

①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 198 10 525 A 1**

⑤1 Int. Cl.⁶:
H 02 N 2/06
F 02 M 51/06

②1 Aktenzeichen: 198 10 525.8
②2 Anmeldetag: 11. 3. 98
④3 Offenlegungstag: 16. 9. 99

DE 198 10 525 A 1

⑦1 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑦2 Erfinder:
Hoffmann, Christian, Dr., 93057 Regensburg, DE;
Freudenberg, Hellmut, 93080 Pentling, DE; Gerken,
Hartmut, 93152 Nittendorf, DE; Hecker, Martin,
93336 Altmannstein, DE; Pirkel, Richard, 93053
Regensburg, DE; Schrod, Walter, 93057
Regensburg, DE

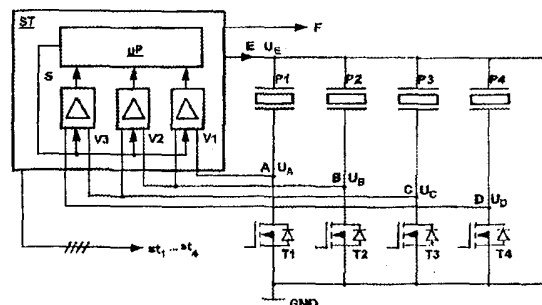
⑤6 Entgegenhaltungen:
US 56 91 592
WO 98 07 197

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren und Vorrichtung zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder

⑤7 Verfahren und Vorrichtung zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder mit parallel zueinander angeordneten Reihenschaltungen aus je einem Stellglied und einem zugeordneten Auswahlschalter, bei welchem die Potentiale der Verbindungspunkte zwischen Stellgliedern und ihnen zugeordneten Auswahlschaltern oder deren Differenzen mit einem vorgebbaren Schwellwert verglichen werden und ein Fehlersignal ausgegeben wird, wenn das Ist-Vergleichsergebnis nicht einem vorgegebenen Soll-Vergleichsergebnis entspricht.



DE 198 10 525 A 1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder, insbesondere zur Betätigung von Kraftstoffeinspritzventilen einer Brennkraftmaschine, nach dem Oberbegriff von Anspruch 1. Die Erfindung betrifft auch eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

Beim Einsatz kapazitiver Stellglieder zur Betätigung von Kraftstoffeinspritzventilen einer Brennkraftmaschine hat sich gezeigt, daß an diesen Stellgliedern Schlüsse (bei Verwendung von Lowside-Schaltern vom negativen Stellgliedanschluß gegen Masse bzw. bei Verwendung von Highside-Schaltern vom positiven Stellgliedanschluß gegen Ansteuerspannung) vorkommen können.

Ein derartiger Fehler führt dazu, daß bei Auswahl jedes anderen Stellgliedes sowohl dieses als auch das kurzgeschlossene Stellglied bzw. das ihm zugeordnete Kraftstoffeinspritzventil angesteuert wird. Der Ansteuerschaltung gegenüber wirkt die Last damit wie ein Stellglied mit doppelter Kapazität. Da die Stellgliedkapazität über den zulässigen Temperaturbereich aber ebenfalls um den Faktor 2 schwanken kann und eine Diagnose nicht zu empfindlich sein darf, kann dieser Fehler im Betrieb mit einer einfachen Überwachung der Stellgliedspannung ($U_E \rightarrow \text{GND}$) aller Stellglieder nicht erkannt werden.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder anzugeben, mittels welchem es möglich ist, einen nieder- oder höherohmigen Kurzschluß eines oder mehrerer Stellglieder sicher zu erkennen. Aufgabe der Erfindung ist es auch, eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens zu schaffen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung ist den Unteransprüchen zu entnehmen.

Ausführungsbeispiele nach der Erfindung sind im folgenden unter Bezugnahme auf die schematische Zeichnung näher erläutert.

In der Zeichnung zeigen

Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung,

Fig. 2 ein zweites Ausführungsbeispiel,

Fig. 3 ein Ablaufdiagramm des erfindungsgemäßen Verfahrens, und

Fig. 4 eine Tabelle mit Vergleichsergebnissen.

Fig. 1 zeigt ein Ausführungsbeispiel mit vier kapazitiven Stellgliedern P1 bis P4 für die Ansteuerung der Kraftstoffeinspritzventile einer Vierzylinder-Brennkraftmaschine. Jedes dieser Stellglieder ist mit einem ihm zugeordneten, als MOS-FET-Schalter ausgeführten Lowside-Auswahlschalter T1 bis T4 in Reihe geschaltet, die Schaltung ist jedoch ohne weiteres auch mit Highside-Schaltern ausführbar. Alle vier Reihenschaltungen sind parallelgeschaltet und liegen zwischen einem Punkt E und einem Massepunkt GND. An dem mit den Stellgliedern verbundenen Ansteuerpunkt E wird von einer Steuerschaltung ST die Ansteuerspannung U_E für die Stellglieder P1 bis P4, beispielsweise über eine nicht dargestellte Lade- bzw. Umladespule, eingespeist.

Bei von einer hohen Ansteuerspannung U_E (beispielsweise 160 V) bewirkten hohen Potentialen U_A bis U_D , durch welche die Differenzverstärker V1 bis V3 bzw. Komparatoren K1 bis K4 (Fig. 2) zerstört werden könnten, sind diese durch Spannungsteiler, deren Abgriffe mit den Eingängen der Verstärker oder Differenzverstärker verbunden werden, abzuschwächen.

Die Steuerschaltung ST weist in diesem Ausführungsbeispiel einen Mikroprozessor μP auf, welcher Ansteuersignale für eine nicht dargestellte Ansteuerschaltung zum Laden, Halten und Entladen und die Steuersignale st1 bis st4 zum

periodischen Ansteuern der Auswahlschalter T1 bis T4 für die Auswahl der Stellglieder liefert. Die Steuerschaltung ST kann aber auch in diskreter Analogtechnik ausgeführt sein.

In der Steuerschaltung ST sind drei (allgemein n-1) Differenzverstärker V1 bis V3 für vier (allgemein n) Stellglieder angeordnet, deren jeweils zwei Eingänge mit den Verbindungspunkten A bis D zwischen den Stellgliedern P1 bis P4 und den zugehörigen Auswahlschaltern T1 bis T4 in der Weise verbunden sind, daß V1 mit A und B, V2 mit B und C sowie V3 mit C und D verbunden ist.

In diesem Ausführungsbeispiel sind den Differenzverstärkern V1 bis V3 nicht explizit dargestellte Fensterkomparatoren nachgeschaltet, die ein Fenster um das Bezugspotential (GND) aufweisen, dessen Breite (Schwellwert $\pm S$) vom Mikroprozessor μP vorgegeben werden kann. Liegt beispielsweise die Differenz der Potentiale $U_A - U_B$ bzw. $U_B - U_A$ (ohne Berücksichtigung des Vorzeichens) innerhalb dieses Fensters, so soll am Ausgang des Differenzverstärkers bzw. Fensterkomparators ein Lowsignal L anliegen, andernfalls ein Highsignal H.

Das erfindungsgemäße Verfahren für die in Fig. 1 dargestellte Schaltung wird nachstehend anhand des Ablaufdiagramms nach Fig. 3 und der Tabelle nach Fig. 4 näher erläutert.

Bei einer Kraftstoffeinspritzung in einen, beispielsweise dem Stellglied P1 zugeordneten Zylinder werden die Stellglieder an die Ansteuerspannung U_E (Punkt E in Fig. 1) gelegt, die in nichtleitendem Zustand an den Auswahlschaltern T1 bis T4 ansteht.

Mit dem Beginn eines Steuersignals st1 wird der dem Stellglied P1 zugeordnete Auswahlschalter T1 leitend gesteuert, wodurch ein Strom durch P1 und T1 zu fließen beginnt, der je nach Induktivität einer nicht dargestellten Ladespule steiler oder flacher ansteigt. Das Potential U_A im Punkt A, welches am Beginn des Steuersignals st1 im nichtleitenden Zustand des Auswahlschalters T1 dem Potential U_E entspricht, siehe oben, wird mit steigendem Stromfluß, d. h., mit steigender Ladung des Stellgliedes, auf nahezu Massepotential U_{GND} gezogen. Bei einem niederohmigen Kurzschluß geschieht dies schneller, bei einem hochohmigen Schluß langsamer als bei fehlerfreiem Stellglied.

Nach einer vorgebbaren Verzögerungszeit t_v ab dem Beginn des Steuersignals st1 werden nun erfindungsgemäß die Potentiale U_A bis U_D der Punkte A bis D abgetastet und den Differenzverstärkern V1 bis V3 zugeführt, jeweils die Potentiale U_A und U_B dem Differenzverstärker V1, die Potentiale U_B und U_C dem Differenzverstärker V2 und die Potentiale U_C und U_D dem Differenzverstärker V3. An den Ausgängen der Differenzverstärker erscheinen die Differenzen dieser Potentiale (die negativ oder positiv sein können), die in den nachfolgenden Fensterkomparatoren mit einem vorgebbaren Schwellwert $\pm S$ verglichen werden. Liegt die Differenz innerhalb des durch den Schwellwert bestimmten Fensters, so soll am Ausgang von V1, wie bereits oben beschrieben, ein digitales Lowsignal L (L-Signal) erscheinen; andernfalls ein Highsignal H (H-Signal). Im fehlerfreien Fall der Ansteuerung von P1 erscheint am Ausgang von V1 ein H-Signal, weil die Potentialdifferenz $U_A - U_B$ außerhalb des Fensters liegt. An den Ausgängen von V2 und V3 erscheinen hingegen L-Signale, weil die Potentialdifferenzen $U_B - U_C$ und $U_C - U_D$ innerhalb des Fensters liegen.

In Fig. 4 sind in den den Zeilen 2 bis 5, Spalten b bis d, fett hervorgehoben, die Soll-Vergleichsergebnisse (Ausgangssignale von V1, V2 und V3) für intakte, kurzschlußfreie Stellglieder P1 bis P4 für die diesen Spalten zugeordneten Differenzverstärker V1 bis V3 angegeben.

In den Zeilen 6 bis 17, Spalten b bis d sind mögliche Ist-Vergleichsergebnisse aufgeführt, die dann erscheinen, wenn

die den in Spalte a genannten Punkten zugeordneten Potentiale (infolge Ansteuerung oder Kurzschluß) auf Potential U_{GND} liegen.

Die in den Zeilen 12 bis 15 stehenden Vergleichsergebnisse sind mit den Soll-Vergleichsergebnissen der Zeilen 2 bis 5 identisch, lassen sich aber durch die Steuersignale voneinander unterscheiden. Vergleicht man beispielsweise das Ist-Vergleichsergebnis "HLL" von Zeile 15 mit dem Soll-Vergleichsergebnis von Zeile 2, so sind die beiden Ergebnisse nur dadurch zu unterscheiden, daß in Zeile 2 ein Steuersignal st1 vorliegen muß, während in Zeile 15 das Steuersignal st1 nicht vorliegt.

Ein kurzschlußbehaftetes Stellglied kann bei seiner Ansteuerung nicht als fehlerhaft erkannt werden, wird aber bei der Ansteuerung des nächsten Stellgliedes, also im darauffolgenden Einspritzvorgang sofort bemerkt.

Beginnend mit einer Kraftstoffeinspritzung in Zylinder 1 (I in Fig. 3) wird der Beginn des zugehörigen Steuersignals st1 abgewartet (II) und ein diesem Steuersignal zugeordnetes Soll-Vergleichsergebnis (Fig. 4, Zeile 2, Spalten b, c, d) ausgewählt (III).

Am Ende der ab dem Beginn des Steuersignals st1 laufenden Verzögerungszeit t_v (IV) werden die Potentiale der Verbindungspunkte A bis D abgetastet und, wie beschrieben, ausgewertet. Das dabei ermittelte Ist-Vergleichsergebnis (Ausgangssignale der Differenzverstärker V1 bis V3 nach Schwellwertvergleich) wird mit dem ausgewählten Soll-Vergleichsergebnis verglichen (V). Stimmen beide überein (VI), wird dieselbe Prozedur mit dem nächsten Stellglied wiederholt u.s.w. (VII, VIII), andernfalls wird ein Fehlersignal F abgegeben und anschließend das Stellglied sofort entladen bzw. zukünftig nicht mehr angesteuert.

Die Schaltung eines zweiten Ausführungsbeispiels nach Fig. 2 unterscheidet sich von der nach Fig. 1 darin, daß anstelle der drei Differenzverstärker vier Schwellwertkomparatoren K1 bis K4, deren Schwellwert S ebenfalls vom Mikroprozessor μP bestimmt werden kann, vorgesehen sind. In diesen Schwellwertkomparatoren werden die Potentiale der Verbindungspunkte A bis D nach Ablauf der Verzögerungszeit t_v mit dem vorgebbaren Schwellwert S verglichen und entsprechende Ausgangssignale (L-Signal, wenn Potential kleiner dem Schwellwert; H-Signal, wenn Potential größer als Schwellwert) als Ist-Vergleichsergebnis ausgegeben. Die Soll-Vergleichsergebnisse sind in Fig. 4, fett hervorgehoben, in den Spalten e bis h, Zeilen 2 bis 5, aufgeführt. Ist-Vergleichsergebnisse fehlerhafter Stellglieder sind in den Zeilen 6 bis 17 dargestellt. Da diese Ist-Ergebnisse eindeutig sind, braucht eine Berücksichtigung der Steuersignale hier nicht zu erfolgen.

Im übrigen entspricht der Verfahrensablauf dieses zweiten Ausführungsbeispiels dem des ersten Ausführungsbeispiels nach Fig. 3.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ansteuern kapazitiver Stellglieder (P1 bis P4) mit einer Stellgliedspannung (U_E), insbesondere zur Betätigung von Kraftstoffeinspritzventilen einer Brennkraftmaschine, mittels der Steuersignale (st1 bis st4) einer Steuerschaltung (ST), mit parallel zueinander angeordneten Reihenschaltungen aus je einem Stellglied (P1 bis P4) und einem diesem Stellglied zugeordneten Auswahlshalter (T1 bis T4), **dadurch gekennzeichnet**, daß zu wenigstens einem vorgegebenen Zeitpunkt nach dem Ansteuerbeginn eines Stellgliedes (P1 bis P4) die Potentiale (U_A bis U_D) der Verbindungspunkte (A bis D) zwischen den Stellgliedern (P1

bis P4) und den ihnen zugeordneten Auswahlhaltern (T1 bis T4) oder

– die Differenzen ($U_A - U_B$, $U_B - U_C$, $U_C - U_D$) jeweils zweier dieser Potentiale (U_A bis U_D)

mit einem vorgebbaren Schwellwert (S) verglichen werden, und

daß die Steuerschaltung (ST) ein Fehlersignal (F) ausgibt, wenn das Ist-Vergleichsergebnis nicht einem vorgegebenen, dem jeweils aktiven Steuersignal (st1 bis st4) zugeordneten Soll-Vergleichsergebnis entspricht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (ST) bei Erscheinen eines Fehlersignals (F) die Aufladung der Stellglieder (P1 bis P4) unterbricht.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (ST) bei Erscheinen eines Fehlersignals (F) die Stellglieder (P1 bis P4) sofort entlädt.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (ST) bei Erscheinen eines Fehlersignals (F) die Stellglieder (P1 bis P4) künftig nicht mehr auflädt.

5. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Vergleich der Potentiale (U_A , U_B , U_C , U_D) die Steuerschaltung (ST) für n Stellglieder (P1 bis P4) n Komparatoren (K1 bis K4) aufweist, deren eine Eingänge mit den zugeordneten Verbindungspunkten (A bis D) verbunden sind und deren anderen Eingängen der Schwellwert (S) zugeführt wird, und daß die Steuerschaltung (ST) gemäß einem Ablaufprogramm

– die Abtastung der Ausgangssignale der n Komparatoren (K1 bis K4) zum vorgebbaren Abtastzeitpunkt (t_v) und deren Ist-Vergleich mit dem Schwellwert (S) vornimmt,

– ein gespeichertes, dem jeweils aktiven Steuersignal (st1 bis st4) zugeordnetes Soll-Vergleichsergebnis auswählt,

– das Ist-Vergleichsergebnis mit diesem Soll-Vergleichsergebnis vergleicht, und

– bei Nichtübereinstimmen beider Vergleichsergebnisse ein Fehlersignal (F) ausgibt.

6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für einen Vergleich der Potentialdifferenzen ($U_A - U_B$, $U_B - U_C$, $U_C - U_D$) die Steuerschaltung (ST) für n Stellglieder (P1 bis P4) n-1 Differenzverstärkerschaltungen (V1 bis V3) mit je einem Fensterkomparator aufweist, deren Eingänge mit den zugeordneten Verbindungspunkten (A bis D) verbunden sind, denen der Schwellwert (S) zugeführt wird, und daß die Steuerschaltung (ST) gemäß einem Ablaufprogramm

– die Abtastung der Ausgangssignale der n-1 Differenzverstärker (V1 bis V3) zum vorgebbaren Abtastzeitpunkt (t_v) und deren Ist-Vergleich mit dem Schwellwert (S) vornimmt,

– ein gespeichertes, dem jeweils aktiven Steuersignal (st1 bis st4) zugeordnetes Soll-Vergleichsergebnis auswählt,

– das Ist-Vergleichsergebnis mit diesem Soll-Vergleichsergebnis vergleicht, und

– bei Nichtübereinstimmen beider Vergleichsergebnisse ein Fehlersignal (F) ausgibt.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerschaltung (ST) einen Mi-

DE 198 10 525 A 1

5

6

croprozessor (μP) aufweist, welcher das Ablaufprogramm steuert.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

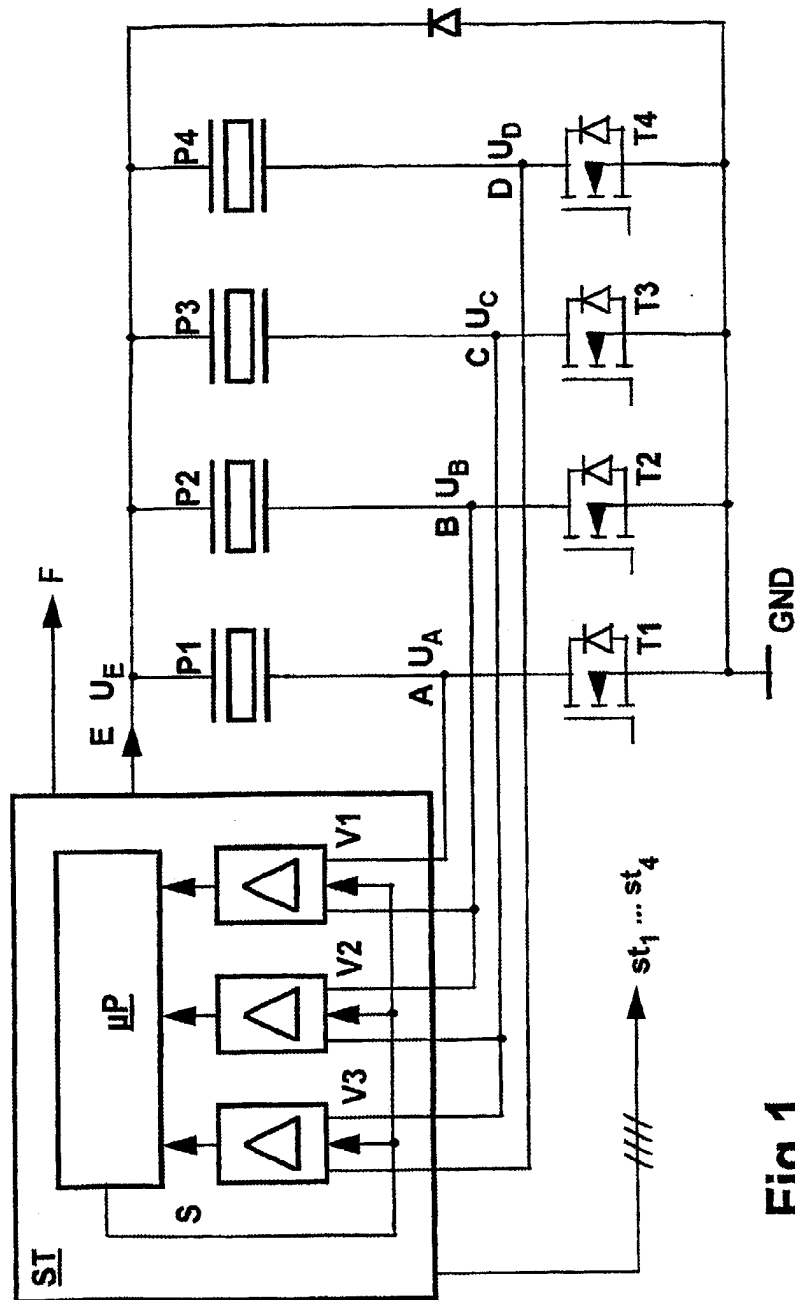


Fig.1

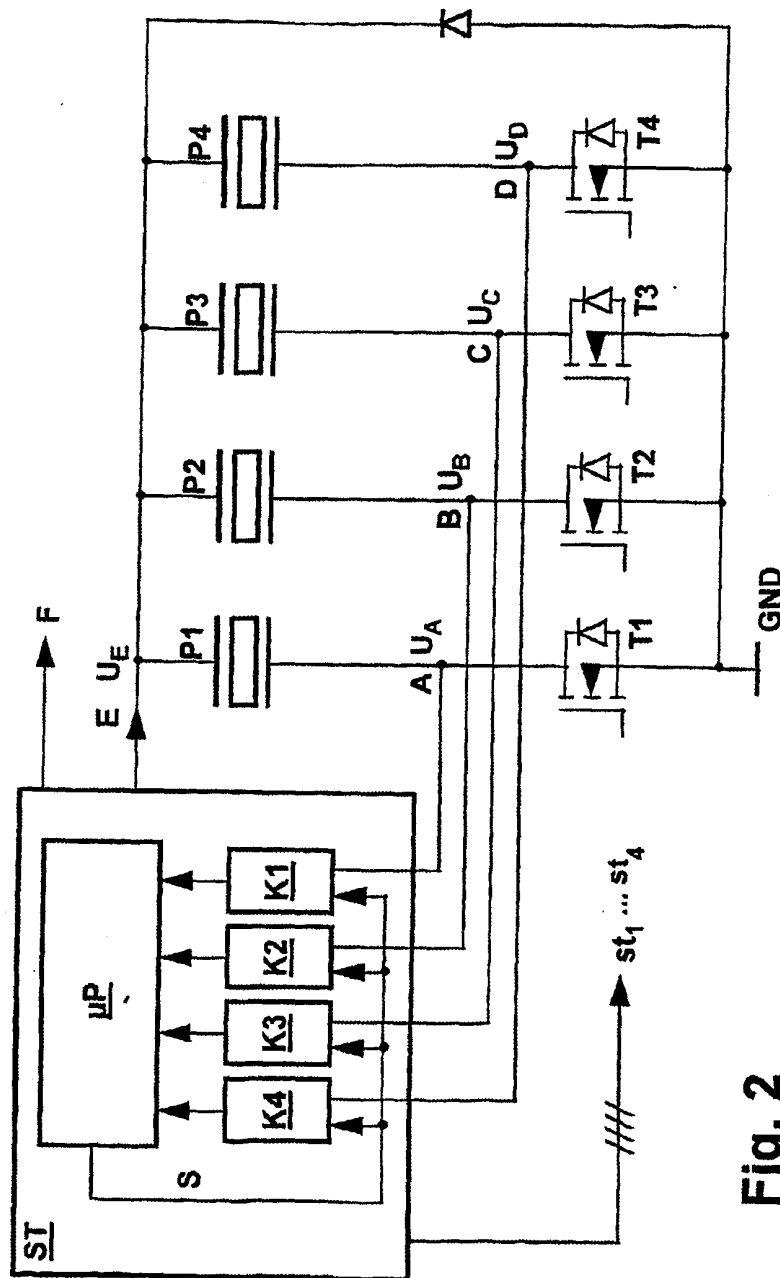
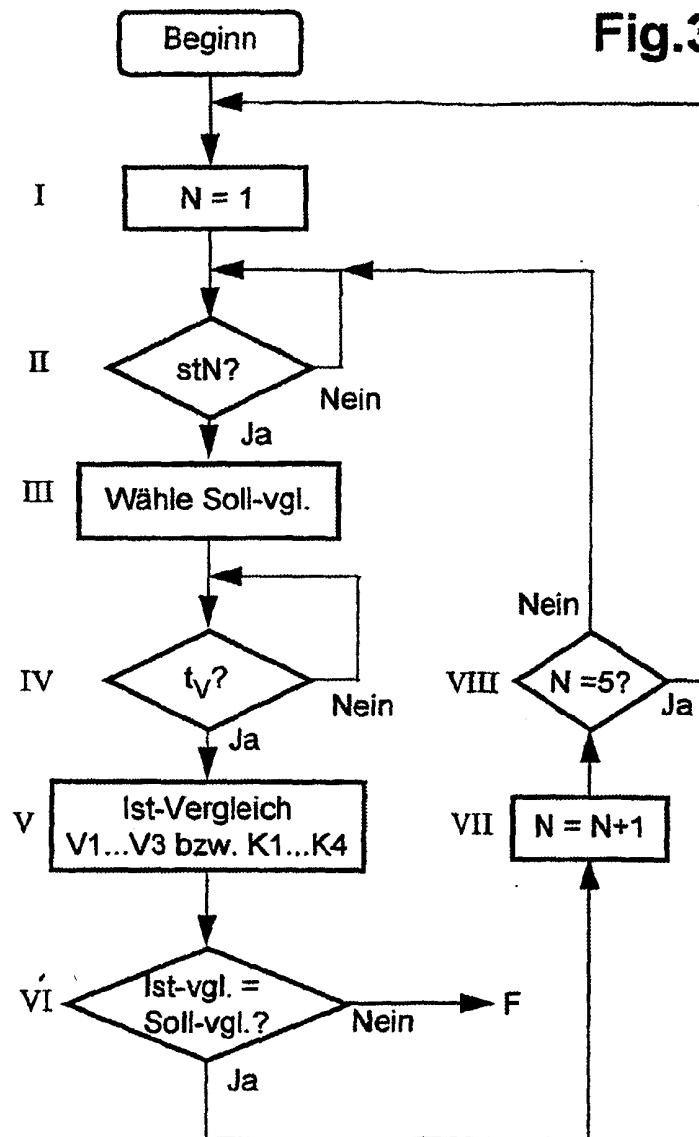


Fig. 2

Fig.3



	a	b	c	d		e	f	g	h
1		V1	V2	V3		K1	K2	K3	K4
2	A (st1)	H	L	L		L	H	H	H
3	B (st2)	H	H	L		H	L	H	H
4	C (st3)	L	H	H		H	H	L	H
5	D (st4)	L	L	H		H	H	H	L
6	AB	L	H	L		L	L	H	H
7	AC	H	H	H		L	H	L	H
8	AD	H	L	H		L	H	H	L
9	BC	H	L	H		H	L	L	H
10	BD	H	H	H		H	L	H	L
11	CD	L	H	L		H	H	L	L
12	ABC	L	L	H		L	L	L	H
13	ABD	L	H	H		L	L	H	L
14	ACD	H	H	L		L	H	L	L
15	BCD	H	L	L		H	L	L	L
16	ABCD	L	L	L		L	L	L	L
17	-	H	H	H		H	H	H	H

Fig.4